

Kurze, Volker
Disbui. Düsseldorf
1984

Aus der Orthopädischen Klinik der Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. med. K.-P. Schulitz

SIMULATION IATROGENER ARTHROSKOPISCHER
GELENKLÄSIONEN IM TIERVERSUCH

DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf
vorgelegt von

Volker Kurze

1984

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät Düsseldorf
gez.:

Dekan : Prof. Dr. Hopf

Referent : Prof. Dr. Klein

Korreferent: Prof. Dr. Borchard

Herrn Professor Dr. med. W. Klein
möchte ich für die Überlassung
der Arbeit und die bereitwillige
Hilfe danken.

Herrn Professor Dr. med. F. Huth
danke ich für die Unterstützung
dieser Arbeit.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548821_0009

INHALTSVERZEICHNIS

I	EINLEITUNG
II	MATERIAL UND METHODE
III	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE
	1. Arthroskopische und makroskopische Befunde
	2. Histologische Befunde
IV	DISKUSSION
V	ZUSAMMENSCHAU
VI	LITERATURVERZEICHNIS
VII	LEBENS LAUF

I EINLEITUNG

Bei der Differentialdiagnose von Kniegelenkserkrankungen stellt die Arthroskopie heute an den meisten Kliniken eine Routineuntersuchung dar. Die Möglichkeit, den Kniebinnenraum direkt zu betrachten, erlaubt in vielen Fällen von unklarem Befund, die Indikation zur Arthrotomie sicherer zu stellen oder die Operation gänzlich einzusparen. Die zunehmende Erfahrung im Umgang mit dem Arthroskop gestattet dem in der Technik Versierten die Durchführung der diagnostischen Arthroskopie auch als ambulante Untersuchung in Lokalanästhesie (Klein/Schulitz, 1980).

In zunehmendem Umfang wird auch von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, chirurgische Eingriffe unter arthroskopischer Kontrolle vorzunehmen.

Dazu hat es einer längeren Entwicklung bedurft. Ausgehend von der Beobachtung, daß auch durch mehrere Zugänge die Abwehrkraft des Gelenkes nicht wesentlich beeinflußt wurde und die Infektionsfälle weiterhin die Ausnahme blieben, begann man zusätzliche Instrumente über weitere Gelenkzugänge einzuführen. Durch Tastinstrumente wie den Meniscushaken und die Möglichkeit zur Biopsie wurde zunächst die Diagnostik verfeinert. Kleinere Eingriffe folgten, bei denen Briden durchtrennt und freie Gelenkkörper entfernt wurden. Dem Wunsch nach speziellen Operationsinstrumenten wurde entsprochen und heute sind arthroskopische Eingriffe mit einer Vielzahl von motorisierten Hohlfräsen und handbetriebenen Zangen und Messern möglich. Insbesondere die arthroskopische Meniscusoperation zählt an den entsprechenden Zentren der Arthroskopie mittlerweile zu den Standardeingriffen (Klein/Schulitz, 1983). Die Technik der Arthroskopie ist heute weitgehend standardisiert. Trotzdem sind Komplikationen nicht auszuschließen. Während Infektionen oder allergische Er-

scheinungen sehr selten sind, wird von vielen Autoren die Traumatisierung des Gelenkknorpels als mögliche Komplikation besonders hervorgehoben. In einer Analyse von 3714 Fällen fanden die Autoren Dick, Glinz, Henche, Ruckstuhl, Wruhs und Zollinger unter den gesetzten Kniebinnenschäden die Knorpelschäden mit gut 2% obenan. Sie wiesen jedoch darauf hin, daß diese Läsionen vorwiegend aus der Anfangszeit stammen und bei richtiger Technik weitgehend vermeidbar sind (1978).

B. Hausmann und R. Forst zeigten 1982 in einem Versuch am Leichenknie, wie Knorpelverletzungen beim Einbringen des Arthroskops in Abhängigkeit vom vorher erzeugten Kniebinnendruck entstehen.

Während die diagnostische Arthroskopie auf Grund ihrer hohen Aussagekraft, geringer Komplikationsraten und nicht zuletzt wegen der gewonnenen Erfahrung und Übung heute eine feste Stellung in der orthopädischen Diagnostik gewonnen hat, steht die arthroskopische Chirurgie noch an den Anfängen. Nach den Erfahrungen an der orthopädischen Klinik der Universität Düsseldorf sind Infektionen oder allergische Reaktionen unter den üblichen Operationsbedingungen, wie sie auch für die Arthrotomie gelten, ebenso selten, wie bei der diagnostischen Arthroskopie. Der Umgang mit der arthroskopischen Chirurgie zeigt aber auch, daß hohe Ansprüche an das handwerkliche Geschick des Operateurs gestellt werden. Es gilt unter optimaler arthroskopischer Sicht z.B. schnell rotierende Hohlfräsen im Gelenkkavum zu dirigieren.

Während seit 4 Jahren die arthroskopische Chirurgie einen festen Platz auf dem Operationsplan der Universitätsklinik Düsseldorf hat, führte die moderne Videoentwicklung jüngst zu entscheidenden Verbesserungen. Gliederoptik und Farbkamera oder eine direkt auf das Arthroskop aufgesetzte Chipkamera machen es möglich, daß der Operateur sein Auge statt auf die Augenmuschel des Arthroskops auf den Monitor richten kann und dadurch größere Bewegungsfreiheit erhält. Zudem ist auch der

sinnvoller Einsatz eines Assistenten möglich, der als Kameramann das Arthroskop führt, während der Operateur sich ganz auf das chirurgische Instrumentarium konzentrieren kann. Schließlich ermöglicht die Videotechnik eine neue Form der Befunddokumentation und der Anschauung für die Fortbildung.

Heute ist es evident, daß die subtilere operative Technik über einen Monitor eine individuellere Behandlung z. B. von Meniskusläsionen erlaubt. Dies kommt den Patienten vor allem in der unmittelbar postoperativen Phase in Form der schnelleren Rehabilitation zugute. Allerdings ist mit dieser difficilen Technik im Bereich der relativ engen Gelenkspalte die Gefahr von Knorpelläsionen durch die eingeführten Instrumente nicht zu unterschätzen. Diese Gefahren entstehen nicht allein durch die Operationsinstrumente, sondern auch durch die Vielfalt der verschiedenen Gelenkerkrankungen selbst. Was Dick 1979 für die diagnostische Arthroskopie feststellte, gilt erst recht für die arthroskopische Chirurgie. Immer mehr voroperierte, degenerativ oder traumatisch veränderte Kniegelenke werden arthroskopiert. Infolge der intraartikulären Veränderungen und der häufig eingeschränkten Kniegelenksmobilität ist die Gefahr einer möglichen Knorpelläsion vermehrt gegeben. Die Erfahrung in der arthroskopischen Chirurgie und besonders die neuerdings durch die Videotechnik mögliche Übersicht über das Operationsgeschehen zeigt, daß mehr oder weniger leichte Knorpelläsionen nicht nur möglich, sondern beinahe die Regel sind.

Daraus stellen sich folgende Fragen:

1. Wie kann man die Klassifikation "mehr oder weniger" leicht präzisieren?
2. Welche Folgen haben die durch die arthroskopische Chirurgie entstandenen Knorpelläsionen?

Mit der vorliegenden Arbeit wird versucht, einen Beitrag zur Beantwortung dieser Fragen zu leisten. In einem Tierversuch wurden die arthroskopischen Situationen

simuliert, in denen Knorpelläsionen entstehen können. Die dabei entstandenen Verletzungen wurden in oberflächliche und tiefe Schäden eingeteilt. Zum zweiten Punkt wurde bei der Frage nach den Folgen untersucht, ob die Reaktionen des Knorpels im Sinne einer Präarthrose bewertet werden können. Puhl, Dustmann und Schulitz haben durch zum Teil sehr aufwendige Studien Beziehungen zwischen Läsionen verschiedener Tiefe und der Knorpelreaktion aufgezeigt und gleichzeitig die Präarthrose mit histologischen und elektronenmikroskopischen Bildern korreliert. Weiterhin wurde aufgezeigt, welche Vielfalt an verschiedenen Einflüssen letztlich das Bild der Arthrose bestimmt.

Auf dem Hintergrund dieser Arbeiten ist es von besonderem Interesse, die Ergebnisse dieser Studie mit denen von Dustmann und Puhl (1974) zu vergleichen. Dustmann, Puhl und Krempien hatten 1974 zur Schaffung eines Arthrosemodells das Kniegelenk von Kaninchen eröffnet. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stammen dagegen aus einem Hundegelenk, das in seiner anatomisch-physiologischen Gesamtheit nicht verletzt wurde, wenn man von dem arthroskopischen Zugang absieht.

Unter Berücksichtigung des Satzes "an open knee will never be the same as before" (L. Johnson) stellt sich die Frage, ob das gewählte Vorgehen auch Modellcharakter weiterer Arthroseforschung haben kann.

II MATERIAL UND METHODE

Bei der Planung des Tierversuchs war die eigentliche Größe des zur Verfügung stehenden Gelenkes von entscheidender Bedeutung. Es sollten ja neben dem Arthroskop noch weitere Instrumente eingeführt werden.

In der Pathologie der Tierversuchsanlage der Universität Düsseldorf bestand die Gelegenheit, verschiedene Spezies auf ihre Eignung für das Experiment zu überprüfen. Es wurde die Anatomie der Kniegelenke von großen Kaninchen, Beagle-Hunden und Schäferhunden studiert.

Die Voruntersuchungen ergaben, daß sich die Kniegelenke der Schäferhunde dazu eignen, ein Arthroskop von 2,7 mm Durchmesser und eine entsprechende Trokarhülse von 3,8 mm aufzunehmen. Dagegen erwiesen sich die Kniegelenke der anderen untersuchten Tiere als zu klein für diesen Arthroskopdurchmesser. Dies gab den Ausschlag für die Wahl der Schäferhunde, denn die 2,7 mm-Optik verfügt über einen Blickwinkel von 30° , was sehr hilfreich für die Orientierung im Gelenk ist, besonders, wenn ein zweites Instrument eingeführt wird.

Für die Endoskopie wurde eine Storzereinheit benutzt. Diese bestand aus dem Arthroskop 2,7 mm 30° , der Trokarhülse 3,8 mm mit zwei Spülzugängen und der Lichtzufuhr über Glasfaserleitung und der externen Kaltlichtquelle, die eine Blitzvorrichtung besaß, die Fotografien im Kniegelenk durch das Arthroskop erlaubte. Die benutzte Kleinbildkamera besaß einen speziellen Aufsatz für die Augenmuschel des Endoskops und war mit einem Winder für den automatischen Filmtransport versehen, was die Handhabung wesentlich erleichterte. Das Filmmaterial war ein Kodak-Diafilm von 200 ASA. Die Blitzeinheit der Lichtquelle wurde auf Stufe II gestellt.



Zur Auffüllung und Spülung der Gelenke diene physiologische Kochsalzlösung, die mit einer sterilen 50 ml-Spritze und einem Zuleitungs- und Ableitungssystem aus sterilen Kunststoffschläuchen über die Trokarhülse ins Gelenk gebracht wurde.

Alternativ, und im Laufe des Versuchs auch in Kombination mit der Spülflüssigkeit, wurde eine CO_2 -Gasfüllung der Gelenke durchgeführt. Dazu diene der Füllungsapparat "Arthropneu", der mit einem vorgeschalteten Reservoir und einer Drucksicherung einen konstanten und kontrollierbaren Binnendruck im Kniegelenk ermöglichte.

Die Einleitung des Gases geschah über sterile Kunststoffschläuche mit zwischengesetztem Filter.

Die Schäferhunde wurden mit einem intravenös applizierten Pentobarbiturat narkotisiert. Bei streng intravenöser Gabe erwies sich das Medikament als schnell wirkendes Narkotikum, das während des Versuchs keine nachteiligen Wirkungen zeigte. Als Applikationsort wurde eine oberflächlich verlaufende Vene am Vorderlauf des Tieres gewählt. Die Injektion wurde mit einer Verweilkanüle aus Kunststoff durchgeführt, die den Anschluß einer Infusionslösung ermöglichte.

Nach der Narkose wurde das Fell im Operationsbereich geschoren und mit Sepsotinktur desinfiziert. In der Tierversuchsanlage der Universität Düsseldorf stand uns ein mit allen Kenntnissen und Einrichtungen der Antisepsis geführter Operationsraum zur Verfügung.

Die Hunde wurden in Rückenlage auf einem Operationstisch mit Mullbinden so fixiert, daß ein optimales Arbeiten an den hinteren Kniegelenken möglich war (Abb. 1).

Nach dem Abdecken des Operationsfeldes wurde das Kniegelenk mit einer 1-er Kanüle punktiert und mit physiologischer Kochsalzlösung aufgefüllt.

Es wurde der auch in der Humanmedizin verwendete anterior-mediale Zugang gewählt. Für den Hund wird dieser Zugang auch von den Wienern Knezevic und Whrus empfohlen. Mit dem

Stichskalpell wurde die Haut eröffnet und danach die Trokarhülse mit dem spitzen Trokar unter leichten Drehbewegungen in Richtung bis zur Kapsula fibrosa vorgeführt. Darauf wurde der spitze Trokar gegen den abgerundeten ausgetauscht und die Kapsula synovialis durchstoßen. Beim Einwechseln des Arthroskops in die Trokarhülse zeigte der Austritt der vorher eingefüllten Kochsalzlösung die intraartikuläre Lage des Endoskops an. Mit Hilfe der 50 ml-Spritze und dem oben genannten Leitungssystem wurde nun über die Spülzugänge der Trokarhülse ein gewisser Druck im Knieinnenraum erzeugt, der die Gelenkkapsel auseinanderdrückte und eine endoskopische Orientierung in dem relativ kleinen Gelenk ermöglichte.

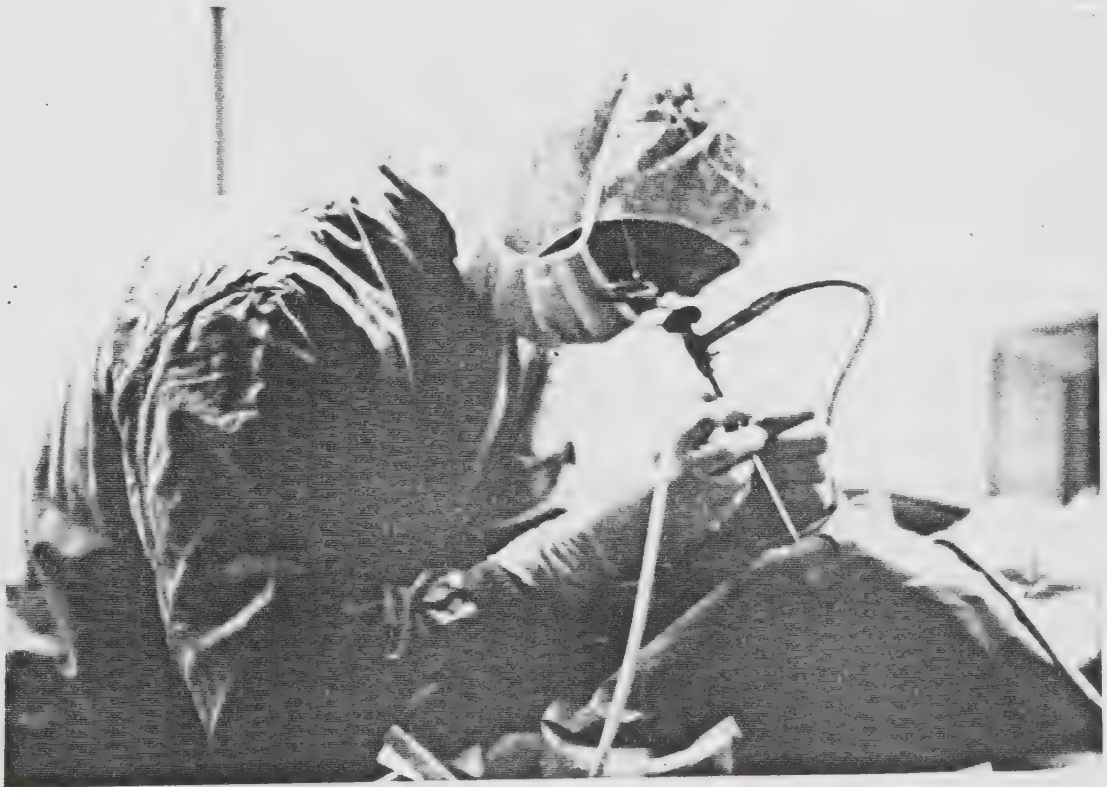


Abb. 1)

Operationssitus- auf dem Rücken fixierter Schäferhund in Narkose, antero-medialer Zugang zur Arthroskopie des linken Kniegelenkes des Hundes

Trotz einer gewissen Übung in der geschilderten Technik ergab sich bei dem kleinen Hundegelenk das Problem, daß sich ein ausgeprägtes synoviales Oedem entwickelte, das ein weiteres Vorgehen unmöglich machte.

Daraufhin wurde die Auffüllung mit CO₂-Gas über den schon beschriebenen "Arthropneu" vorgenommen. Im Unterschied zur Wasserfüllung blieb nun die Punktionskanüle liegen und stellte für die Dauer des Eingriffs die Zuleitung für das Gas dar. Während bei der Wasserfüllung der Punktionsort gleich dem Ort war, an dem später das Endoskop eingeführt wurde, mußte nun nach einer anderen Punktionsstelle gesucht werden.

Als sehr gut geeignet erwies sich der hintere Anteil der Kniekehlengelenkkapsel. Dieser Raum kommuniziert mit den anderen Gelenkhöhlen, so daß eine Gesamtaufüllung des Gelenks möglich war. Zugleich lag dieser Ort weit von den arthroskopischen Zugängen entfernt, (Abb. 2). Auftretende Verunreinigungen, die die Sicht beeinträchtigten, wurden durch vorsichtiges Spülen mit physiologischer Kochsalzlösung über die bekannten Zugänge des Trokars beseitigt.

Diese Kombination, Gas zur Gelenkfüllung und Wasser zur Spülung, stellte sich als erfolgreich heraus. Bei dieser Methode wurde kein weiterer Abbruch der Arthroskopie verzeichnet.

Nach der Endoskopie zeigten die Knie der Tiere zwei Einstichstellen, einmal von dem arthroskopischen Zugang her und zum zweiten von dem zusätzlich eingeführten Instrument.

Diese Läsionen wurden nicht genäht oder verbunden. Bis zum folgenden Tag wurden die Hunde in einer Aufwachbox betreut. Ohne Ausnahme konnten die Tiere dann in ihre gewohnten Pflegeboxen zurückkehren. Die Weichteilschwellung nach dem Eingriff bildete sich innerhalb von zwei bis vier Tagen zurück. Auch in ihrer Bewegungsfreude waren die Hunde dann nicht mehr eingeschränkt. Eine Infektion ist bei keinem der Tiere aufgetreten.

Schematische Darstellung des linken Kniegelenkes
des Hundes mit den Gelenkhöhlen. Lateralansicht.
(Vorlage: Zietschmann, 1936)

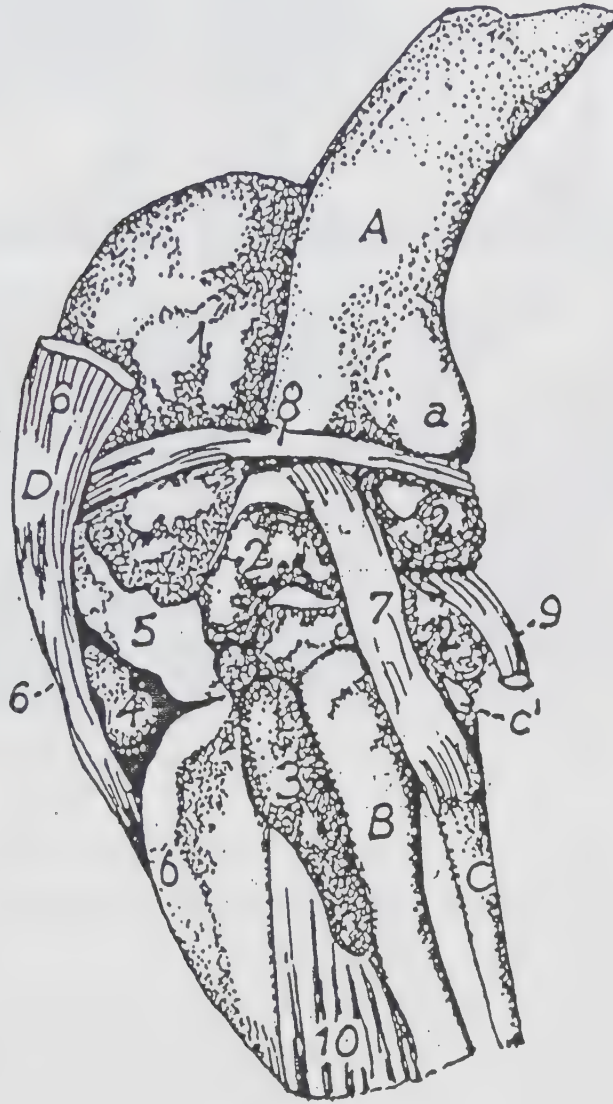


Abb. 2)

A Os femoris; B Tibia; C Fibula; D Patella
a Condylus lat. ossis femoris; b Tuberositas
tibiae; c Caput fibulae

1 Kniescheibengelenkkapsel; 2,2,2 Kniekehlgelenk-
kapsel; 3 deren Ausbuchtung um den M. extensor
digitalis pedis longus; 4 Bursa infrapatellaris
dist.; 5 Corpus adiposum infrapatellare; 6,6 M.
quadriceps femoris (6' seine Endsehne= Lig.
patellae); 7 Lig. collaterale lat. des Kniegelenks;
8 Lig. femoropatellare Lat.; 9 Ursprungssehne des
M. popliteus; 10 M. extensor digitalis pedis longus

Die Knorpelschäden wurden unter arthroskopischer Sicht mit folgenden Instrumenten gesetzt:

- | | |
|-----------------------------------|--------------|
| 1. Punktionskanüle | Abb. 3 |
| 2. Spitzer Trokar | Abb. 4 und 5 |
| 3. Cutter (A.C. Menisektomiesatz) | Abb. 6 |
| 4. Skalpell | Abb. 7 |

Die Verletzungen des Gelenkknorpels wurden in oberflächliche und tiefe Läsionen eingeteilt.

Oberflächliche Verletzungen entstanden durch die Punktionskanüle und durch die Endoskopspitze.

Tiefe Läsionen entstanden durch den spitzen Trokar, den Cutter und durch das Skalpell, wobei z.T. auch Verletzungen durch die Punktionskanüle und die Endoskopspitze, je nach angewendeter Gewalt, zu tiefen Läsionen führte.

Diese Einstellung ist naturgemäß primär subjektiv und ohne Apparat, der genaue Verletzungstiefen liefert, nur ungenau zu steuern. Über die tatsächlich entstandene Tiefe der jeweiligen Schäden gab letztlich die Sektion und die anschließende histologische Aufarbeitung genaue Aufschlüsse.

Als Ort für die Läsionen wurde die Oberschenkelrolle unter der Patella gewählt, da sich hier die größte Gelenkhöhle des Hundes befindet (Abb. 2).

Wie schon beschrieben, wurde für das Endoskop der anterior-mediale Zugang gewählt. Für zusätzlich einzuführende Instrumente (z.B. Cutter, Abb. 6) stand der anterior-laterale Weg zur Verfügung.

Die folgenden Abbildungen stammen aus dem Patellagleitlager, Kniegelenk des Schäferhundes. Die Bilder wurden durch die 2,7/30°-Optik des Arthroskops aufgenommen und zeigen den Augenblick der Verletzung. Das Gelenk war mit Wasser aufgefüllt.

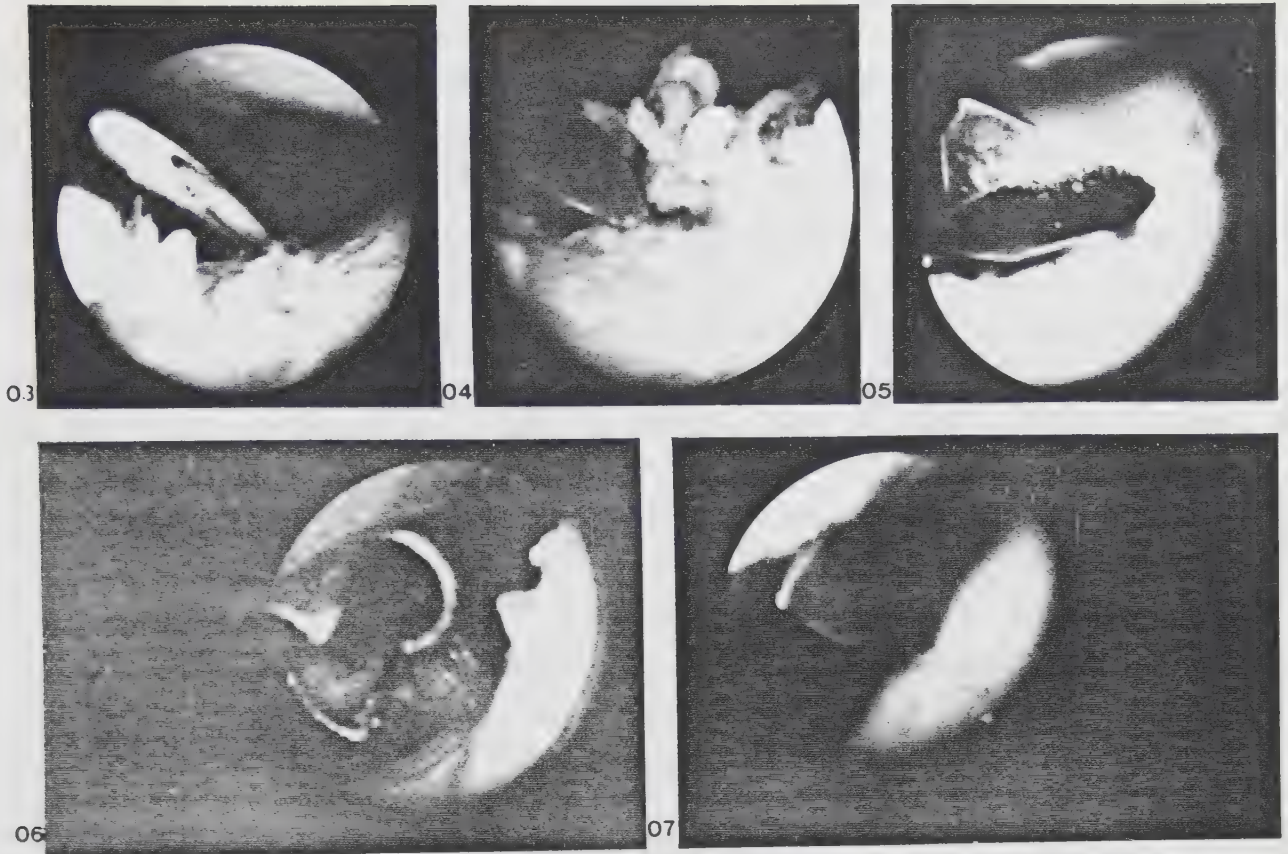


Abb. 3)
Oberflächliche Knorpelverletzung durch die 1-er Punktions-
kanüle.

Abb. 4)
Tiefe Knorpelverletzung durch orthogrades Auftreffen
des spitzen Trokars.

Abb. 5)
Oberflächlich bis tiefe Knorpelverletzung durch tangen-
tiales Auftreffen des spitzen Trokars.

Abb. 6)
Oberflächlich bis tiefe Knorpelverletzung durch den
Cutter.

Abb. 7)
Knorpelverletzung durch das Stichskalpell.

Die frischen Verletzungen wurden fotografisch festgehalten. Die Versuchstiere wurden in fünf Gruppen zu je 1, 4, 8, 12 und 36 Wochen Überlebenszeit eingeteilt. In den Versuch kamen insgesamt 11 Schäferhundbastarde, die alle 2-3 Jahre alt waren. In jeder Gruppe wurden 4 Gelenke operiert. Nach der jeweiligen Regenerationszeit kamen die Hunde zur Sektion. Die Knorpelläsionen wurden zum Vergleich erneut endoskopisch und makroskopisch fotografiert. Anschließend wurde ein Knorpel-Knochenblock aus der Femurrolle zur histologischen Aufbereitung herausgesägt (Abb. 8) und eine Woche in 5%igem Formalin fixiert. Anschließend wurden die Läsionsbereiche herausgeschnitten und in Paraffin eingebettet. Von den entparaffinierten Schnitten wurden folgende Färbungen angefertigt: Hämatoxilin-Eosin, Eisenhämatoxilin-Pikrofuchsin und van Gieson kombiniert mit Resorcin, Berliner-Blau-Reaktion und die Chromotrop-Anilin-Blau-Färbung.

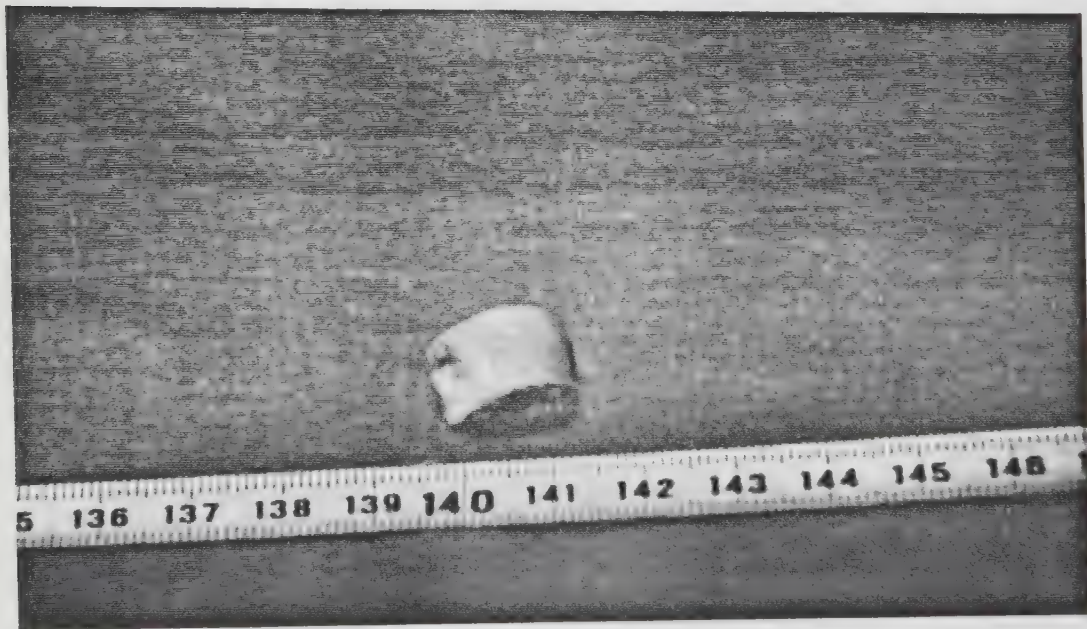


Abb. 8)

Knorpel-Knochenblock aus dem medialen Femurkondylus des Schäferhundes mit Anteilen des Patellagleitlagers.

III UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

1. ARTHROSKOPISCHE UND MAKROSKOPISCHE BEFUNDE

Die nach Ablauf der jeweiligen Regenerationszeit vorgenommene Sektion und arthroskopische Beurteilung ergab folgendes Bild:

- a) Bei den oberflächlichen Verletzungen konnte in keinem Falle eine vollständige RepARATION im Sinne einer Restitutio ad integrum festgestellt werden. Selbst nach einem halben Jahr Regenerationszeit waren immer noch Knorpelriefen sichtbar, die allerdings eine ausführliche Glättung mit spiegelnder Überzugsschicht zeigten. Diese Reparationszeichen waren z.T. auch schon nach einer Woche sichtbar (Abb. 9-14)

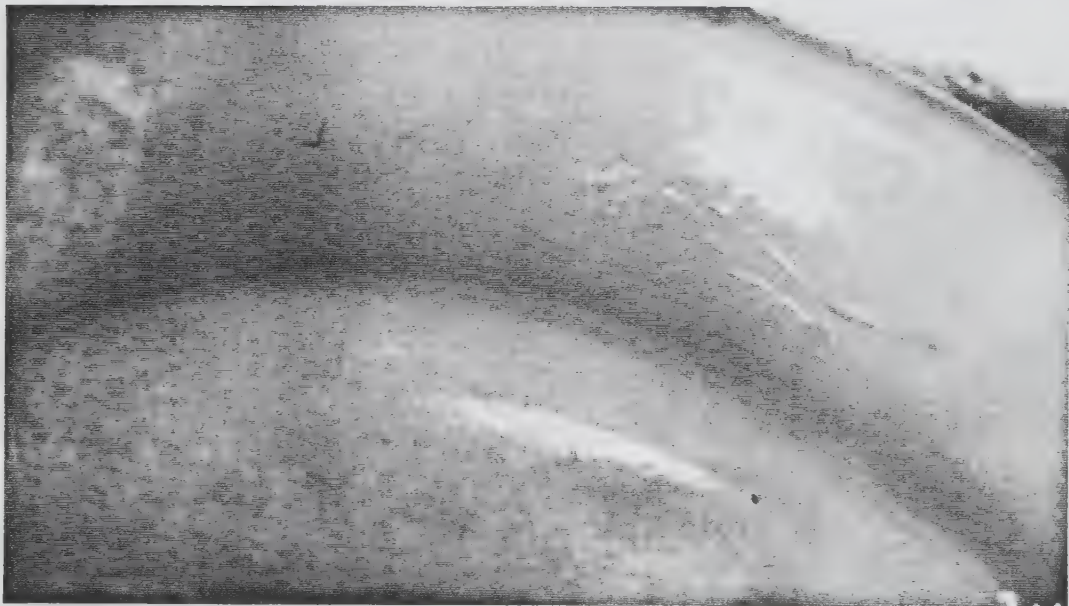
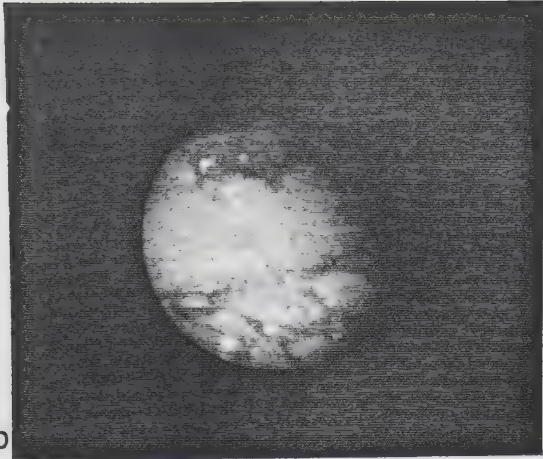


Abb. 9)

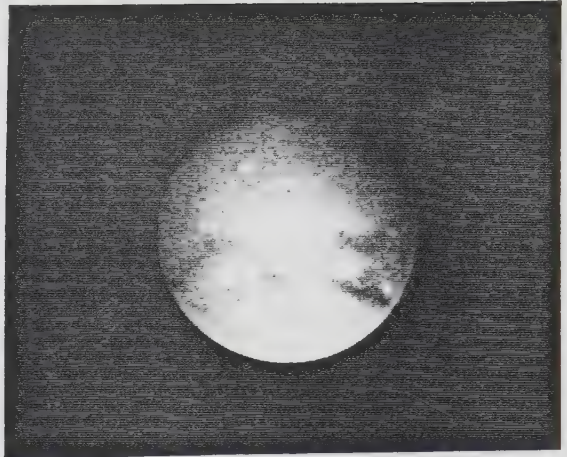
Oberflächliche Knorpelverletzung, entstanden durch die Endoskopspitze.

Zustand nach einer Woche

Sektionspräparat: Femurrolle des Schäferhundes



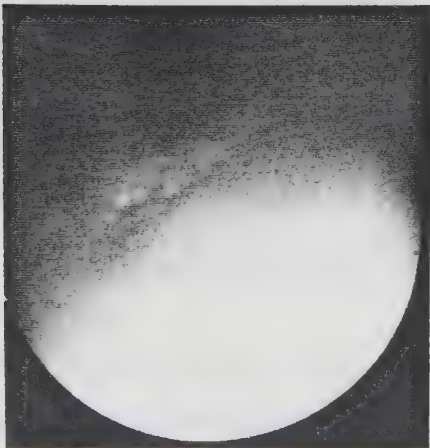
10



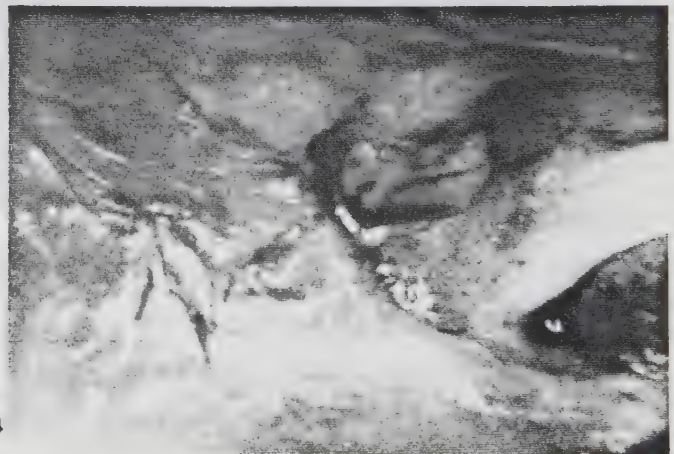
11



12



13



14

Demonstration der vorwiegend oberflächlichen Befunde:

Abb. 10)

Oberflächlicher Knorpeldefekt, aufgenommen mit der 2,7/30⁰-Optik des Arthroskops.

Zustand nach einer Woche

Sektionspräparat, Luftmedium, bei eröffnetem Kniegelenk

Abb. 11)

Oberflächliche und tiefe Knorpelläsion, aufgenommen mit der 2,7/30⁰-Optik des Arthroskops.

Zustand nach 12 Wochen

Sektionspräparat, Luftmedium

Abb. 12)

Oberflächliche und tiefe Knorpelverletzung, entstanden durch das Stichskalpell.

Zustand nach 12 Wochen

Sektionspräparat des Patellagleitlagers

Abb. 13)

Oberflächliche Knorpelläsion, aufgenommen mit der 2,7/30⁰-Optik des Arthroskops.

Zustand nach 36 Wochen

Luftmedium

Abb. 14)

Oberflächliche und tiefe Knorpelverletzung, entstanden durch die Punktionskanüle.

Zustand nach 36 Wochen.

Die Abbildung zeigt den lateralen Femurkondylus und Anteile des Patellagleitlagers des Schäferhundes.

- b) Die tiefen Verletzungen zeigten ebenfalls eine oberflächliche Glättung ohne Auffüllung des Niveaudefektes. Der spiegelnde Überzug ist aber hierbei deutlicher von der Regenerationszeit abhängig als bei den oberflächlichen Läsionen. Während erste Reparationszeichen nach vier bis acht Wochen zu sehen sind, sind sie bei ausgedehnten Läsionen erst nach 36 Wochen komplett. Eine Ausnahme machen große flächenhafte Defekte, die auch nach 36 Wochen noch das Bild eines destruierten Knorpel-Knochen-Areals ohne einen Hinweis auf Reparation zeigen (Abb. 15-22).

Demonstration der vorwiegend tiefen Läsionen:

Abb. 15)

Tiefe Knorpelläsion, entstanden durch den spitzen Mandrin der Trokarhülse.

Zustand nach einer Woche

Sektionspräparat: Femurrolle

Abb. 16)

Korrespondierend zu Abb. 15) endoskopisch dokumentierter Sektionsbefund.

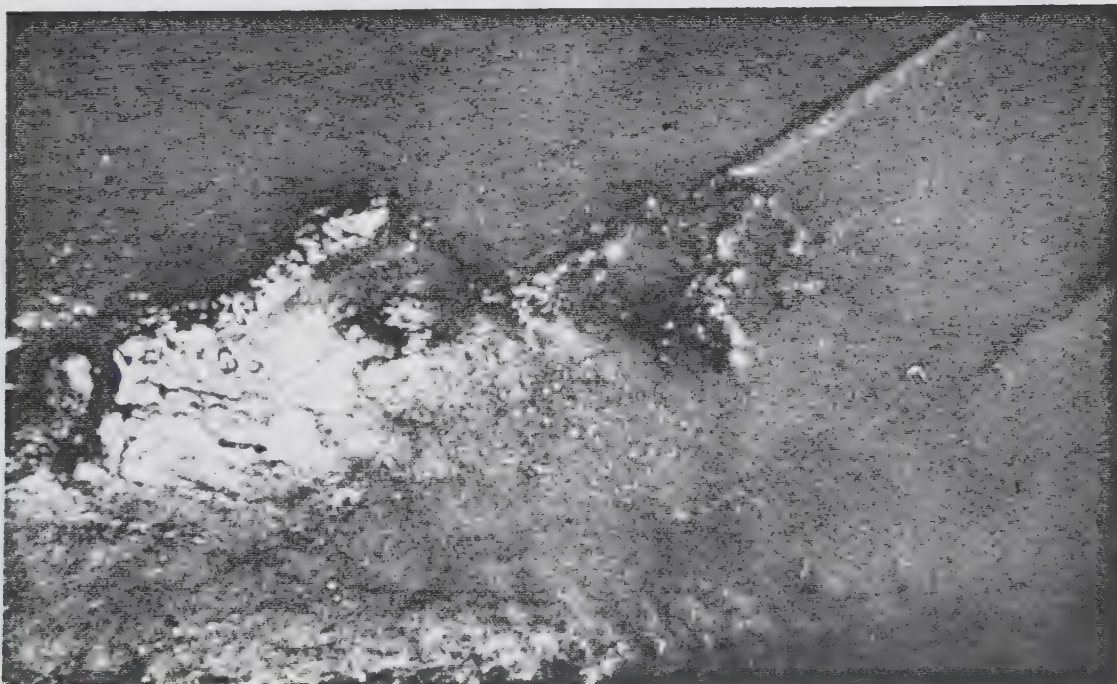
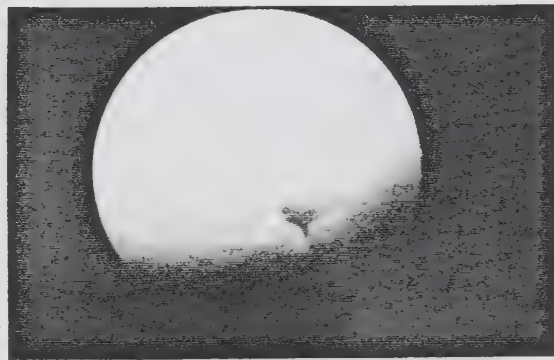
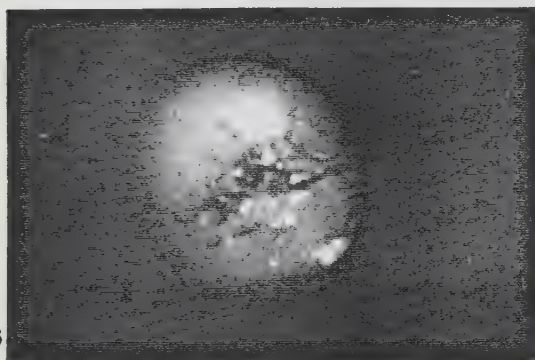
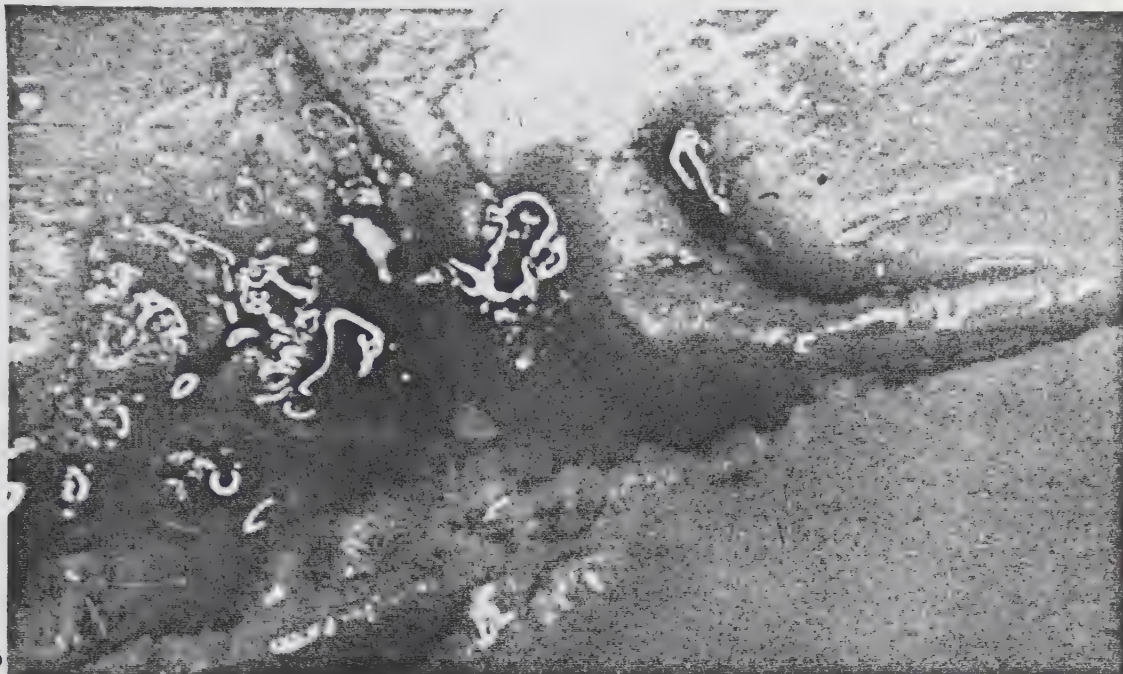
Luftmedium, 2,7/30°-Optik

Abb. 17) und 18)

Oberflächliche und tiefe Knorpelläsion, entstanden durch tangentiales Auftreffen der Punktionskanüle. Endoskopisches und makroskopisches Bild desselben Tieres.

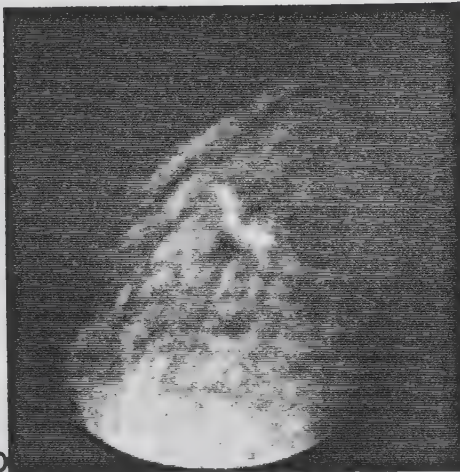
Endoskopie in Luftmedium mit 2,7/30°-Optik

Zustand nach 8 Wochen

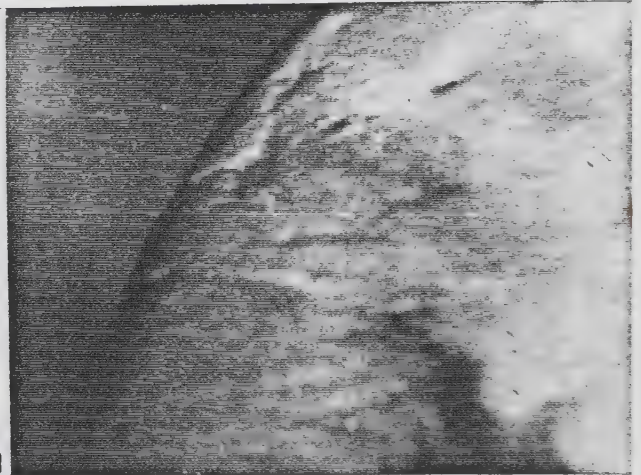




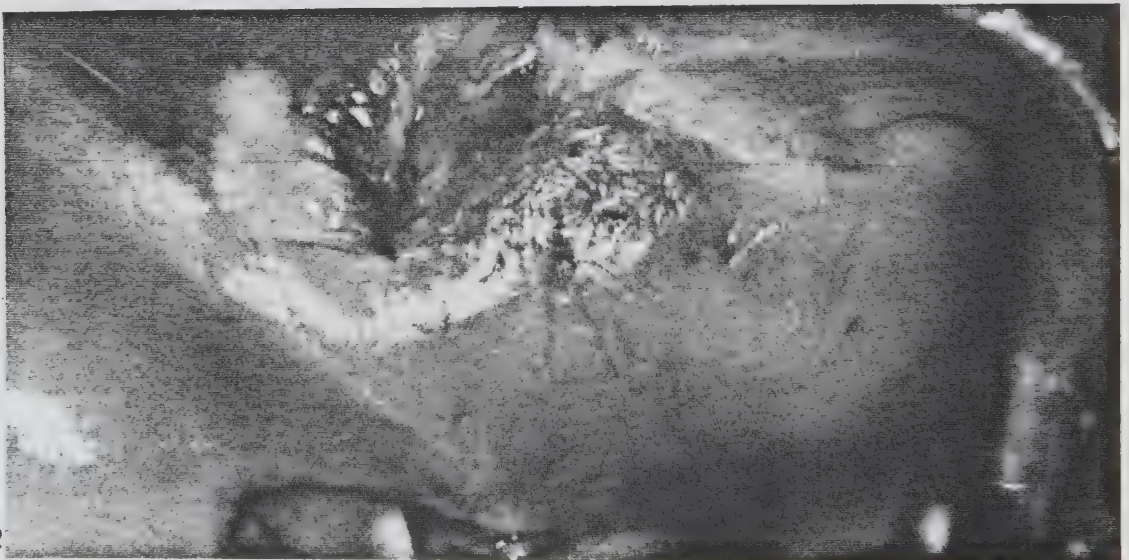
19



20



21



22

Abb. 19)

Tiefe Riefen an der medialen Patella-Facette, entstanden durch die Punktionskanüle.

Zustand nach 36 Wochen

Sektionspräparat: Patella aufgeklappt

Abb. 20), 21) und 22)

Korrespondierende Darstellung eines großflächigen Knorpeldefektes am Rande des medialen Femurkondylus des Schäferhundes. Die Bilder stammen von demselben Tier.

Endoskopie in Luftmedium mit 2,7/30⁰-Optik

Zustand nach 8 Wochen

c) Bei den Sektionen zeigte sich, daß oberflächliche und tiefe Läsionen -entsprechend ihrer Entstehung- nebeneinander vorlagen. Dabei wurde deutlich, daß die Läsionstiefe nicht allein von dem benutzten Instrument abhängt, sondern auch von der Gewalt des Operateurs bestimmt wird. Eine Ausnahme bilden der Cutter, der nur tiefe und die Endoskopspitze, die nur oberflächliche Verletzungen erzeugten.

Auffällig waren die geringen oder fehlenden Entzündungszeichen im Kniegelenk der seziierten Tiere. Selbst die Gruppe, die nach einer Woche zur Sektion kam, zeigte weder Ergußbildung noch ausgeprägte Reaktionen der Synovia.

2. HISTOLOGISCHE BEFUNDE

Die bei den verschiedenen Tieren für die fünf zeitlichen Kontrollgruppen erhobenen Befunde ergeben ein relativ gleichförmiges Muster der knorpelig-knöchernen Läsionen und ihrer Folgeveränderungen, die gemeinsam dargestellt werden:

- a) Bei riefenartigen, nicht bis auf den Knochen reichenden Defekten des Gelenkknorpels ist nach vier Wochen eine oberflächliche Glättung zu beobachten. Die angrenzende Knorpelsubstanz ist in einer Breite von durchschnittlich 0,5mm frei von Chondrozyten. Das seitlich angrenzende Knorpelgewebe zeigt kleine Regenerationsnester von dicht beieinanderliegenden Knorpelzellen (Abb. 24).

Das angrenzende Knochengewebe ist nicht alteriert, eine Abdeckung durch Pannusgewebe wird ebensowenig wie eine entzündliche Reaktion manifest.

Abb. 23)

Geglättete oberflächliche Knorpelususur

Zustand nach 12 Wochen

(HE, 63-fach)

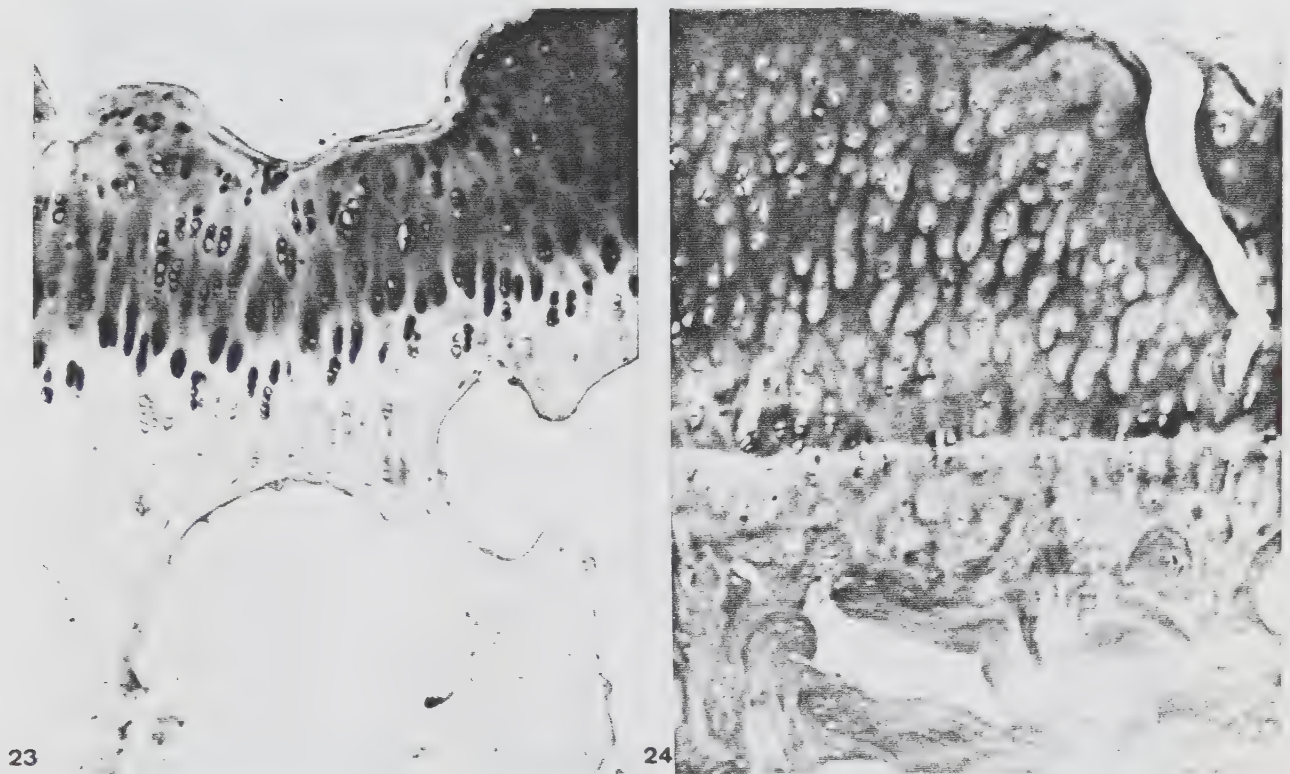


Abb. 24)

Die oberen 3/4 des Knorpels durchziehende Riefe mit umschriebener Knorpelzellclusterbildung neben dem Defekt und leichter Eburnisierung des angrenzenden subchondralen Knochens.

Zustand nach 36 Wochen

(El. v. G., 60-fach)

- b) Reichen die Riefen bis an den Knochen und bis in die oberflächennahen Markräume, so sind die Knorpelveränderungen gleichsinnig. Im angrenzenden Knochengewebe wird vor allem nach zwölf Wochen eine Verbreiterung der knöchernen Spongiosa mit Einengung der eingeschlossenen Markräume beobachtet. Dieser Eburnisierung geht eine Aktivierung von Osteoblasten der unmittelbar anliegenden Knochenbälkchen und Markräume voraus, die vor allem in den Gruppen nach einer Woche Überlebenszeit deutlich zu erkennen ist (Abb. 25-27). Neben der Aktivierung der Osteoblasten ist nach einer Woche eine Vermehrung weitlumiger, hyperämischer Blutkapillaren in den veränderten Markräumen erkennbar (Abb. 26). Diese gesteigerte Vaskularisation ist in keiner der nachfolgenden Versuchsphasen erhalten.
- c) Bei flächenhaften oberflächlichen Knorpeldefekten finden sich die gleichen Glättungseffekte und diskreten Reparationszeichen wie bei nicht auf den Knochen reichenden Riefen.

Abb. 25)

Knorpeldefekt mit Eburnisierung des angrenzenden Knochengewebes.

Zustand nach 4 Wochen

(CAB, 63-fach).

25



26

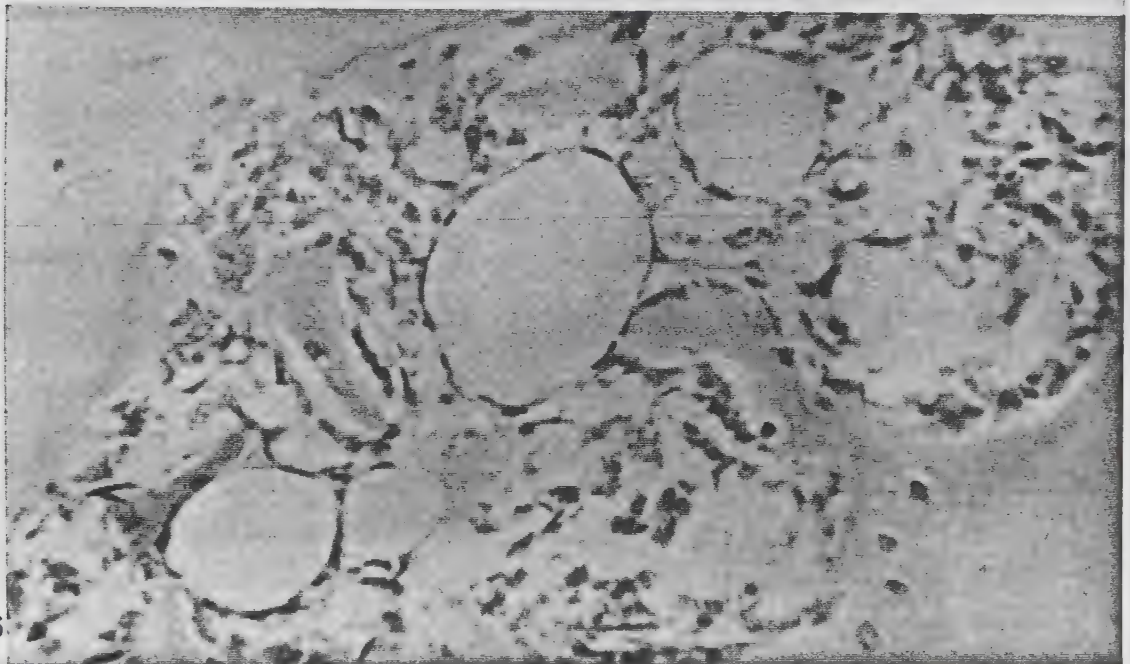


Abb. 26)

Dichtstehende, hyperämische Blutkapillaren und Aktivierung von Osteoblasten in den Markräumen unterhalb eines breitflächigen Knorpelfeldes eine Woche nach der Verletzung.

(HE, 63-fach)

- d) Bei großen, bis in das Knochengewebe reichenden Defekten sind nur in den Randaufteilen diskrete Reparationszeichen in Form kleiner Knorpelzellregenerate ausgebildet, wesentliche Reaktionen des medullären Fettgewebes im freiliegenden Knochen fehlen dagegen. Insbesondere sind weder osteomyelitische noch osteoblastische Reaktionen faßbar (Abb. 27).

Bei einem Versuchstier, bei dem die Defekte lediglich bis auf die Knorpel-Knochengrenze reichten, war nach acht Wochen zwischen den kleinen stehengebliebenen und von Knorpelzellregeneraten durchsetzten Knorpelinseln eine flache, zellreiche, fibröse Pannuszellschicht erkennbar (Abb. 29).

Eine Knorpelbildung ist in dieser Bindegewebsschicht nicht zu erkennen.

- e) Nach Kontakt der seitlichen kapselnahen Gelenkknorpelanteile mit dem Arthroskop finden sich keine eindeutigen Oberflächendefekte. Das Knorpelgewebe ist hier unter Schichtungsverlust der Chondrozyten sowie Verdichtung der Knorpelgrundsubstanz ausgedünnt. Das angrenzende spongiöse Knochengewebe ist nicht alteriert (Abb. 28).

Abb. 27)

Ausgedehnter Knorpeldefekt mit Eburnisierung des angrenzenden Knochengewebes neben Knorpelresten.

Zustand nach 36 Wochen

(El. v. G., 63-fach)

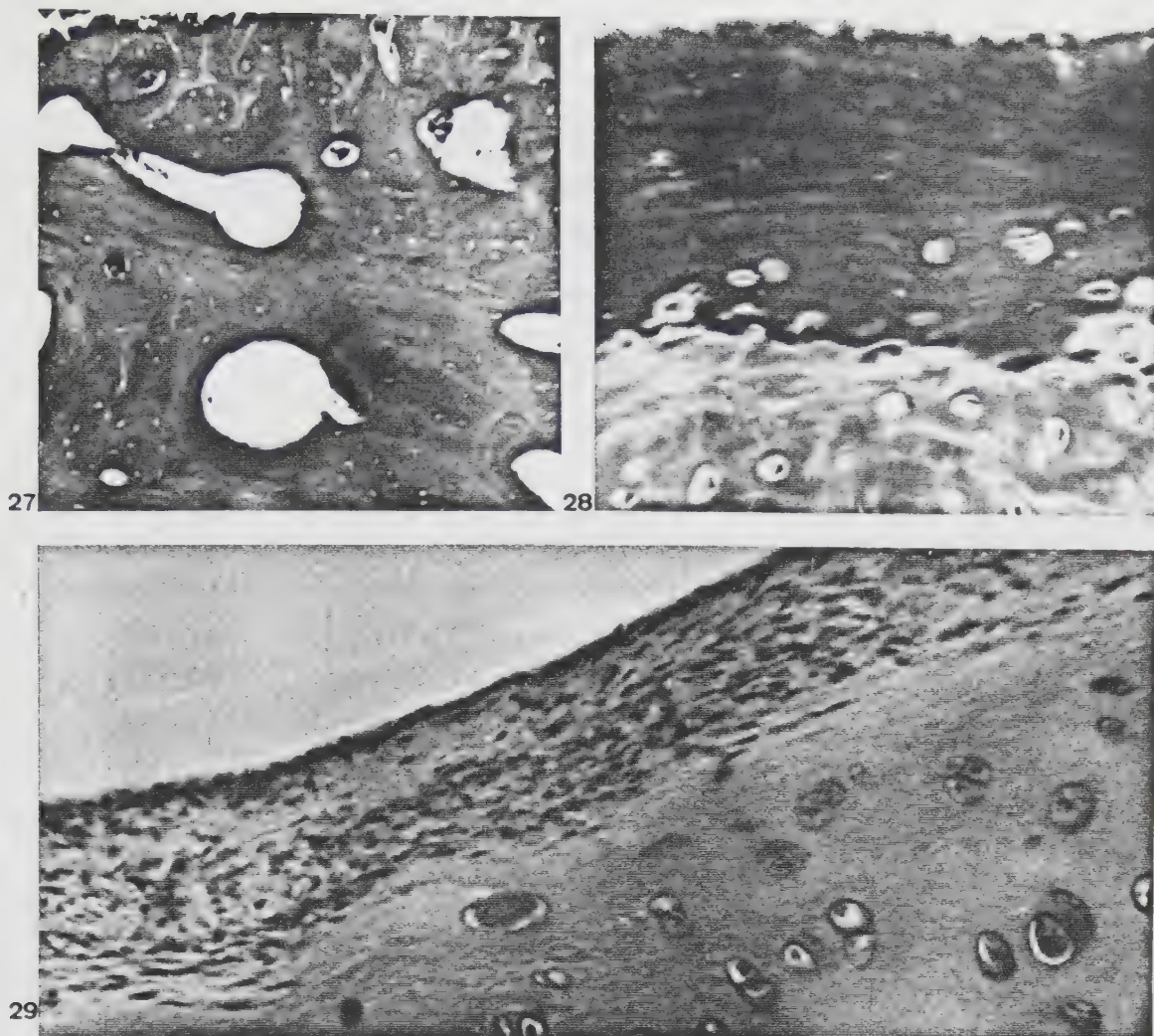


Abb. 28)

Ausdünnung des seitlichen Gelenkknorpels mit Desintegration der Knorpelzellschichtung und Verdichtung der Knorpelgrundsubstanz.

Zustand nach 12 Wochen

(CAB, 160-fach)

Abb. 29)

Tiefer Knorpeldefekt mit randständigen Reparationszeichen und partieller Abdeckung durch eine schmale fibröse Zellschicht.

Zustand nach 8 Wochen

(HE, 160-fach)

- f) Kontrollen des angrenzenden Gelenkkapselgewebes ergaben keinen pathologischen Befund. Insbesondere fehlten Hinweise auf eine traumatische Arthropathie, eine Infektion oder blande entzündliche Reaktion.

IV DISKUSSION

Aus der einschlägigen Literatur ist hinlänglich belegt, daß durch die Arthroskopie keine persistierenden Schäden am Bandapparat und Kapselgewebe des Gelenkes gesetzt werden. Wie eingangs ausgeführt, sind jedoch Läsionen des Gelenkknorpels immer noch zu fürchten. Derartige Läsionen haben wir mit den verschiedenen arthroskopischen Instrumenten in der schon beschriebenen Weise simuliert.

Aus den arthroskopischen Kontrollen, aus den makroskopisch dokumentierten Befunden bei der Eröffnung der Gelenke und der nachfolgenden feingeweblichen Untersuchung ergeben sich Aufschlüsse über die Knorpel-Knochen-Läsion in Abhängigkeit von der Tiefe des gesetzten Traumas und der Dauer der Überlebenszeit nach der Traumatisierung. Wie schon nach arthroskopischen und makroskopischen Aspekten zu vermuten war, ergab sich aus der histologischen Untersuchung, daß nach keiner der gewählten Traumatisierungsarten innerhalb des kontrollierten Zeitraumes von maximal 6 Monaten eine Heilung des Knorpeldefektes mit *restitutio ad integrum* stattfand.

Bei Läsionen des Knorpels in Form feiner Riefen wie auch breiterer Abhebungen, die nicht wesentlich über die Mitte des Gelenkknorpels hinausgingen, waren zwar eine Glättung der Traumaränder und ein Reparationseffekt in Form der bekannten Knorpelzellcluster zu beobachten, ein niveauequalisierender Wiederaufbau fehlt jedoch ebenso wie eine Abdeckung durch fibröses Ersatzgewebe.

Bei den bis auf das subchondrale Knochengewebe reichenden Defekten wurde dagegen manchmal zwischen den stehengebliebenen Knorpelinseln eine Abdeckung der Defekte durch eine schmale fibröse Gewebslage ohne synoviale Differenzierung und ohne Knorpelzellentwicklung nach 8 Wochen festgestellt. Das angrenzende Knochengewebe

ließ, nach bis auf den Knochen reichenden Läsionen, eine Reaktion mit regelhaftem Ablauf erkennen: In der Frühphase waren die angrenzenden Markräume von weitleumigen, hyperämischen Blutkapillaren und von vermehrten Osteoblasten gesäumt. Diese Aktivitätszeichen führten zu einem vermehrten Knochenanbau unter den Knorpeldefekten, der kaum einmal über die Tiefe eines Markraumes hinausreichte. Es resultierte eine umschriebene Eburnisierung mit Ausbildung breiter lamellär geschichteter Knochenbälkchen unter Einengung der eingeschlossenen Markräume. In keinem der untersuchten Objekte kam es zu wesentlicher entzündlicher Reaktion oder zu einer narbigen Verödung der eingeschlossenen Markräume. Der eburnisierende Effekt erschien nach etwa 3 Monaten abgeschlossen. Ein Nachlassen der osteoblastischen Aktivität war bereits nach 8 Wochen zu beobachten.

Überraschenderweise blieben an einzelnen Stellen, an denen die Läsion über die knorpelnahe Markraumzone hinausreichte, die Eburnisierungseffekte innerhalb des kontrollierten Zeitraumes fast vollständig aus. Die Interpretation dieses areaktiven Erscheinungsbildes ist aus dem vorliegenden, limitierten Untersuchungsgut nicht möglich.

Wurde die Läsion auf eine plumpe Kontusion des Knorpelrandes durch die Arthroskopspitze beschränkt, kam es lediglich zu einer Verschmälerung des Knorpels unter Dissoziation der Knorpelschichtung und Verdichtung der Knorpelgrundsubstanz ohne oberflächliche Defektbildung. Ein Vergleich der beobachteten Knorpel-Knochen-Reaktion mit arthrotischen Gelenkalterationen in der Humanpathologie erscheint aus unserer Sicht nur dahingehend gerechtfertigt, daß die durch die Läsionen gleich welcher Tiefe aus den zerstörten Knorpelzellen freiwerdenden lysosomalen Enzyme ihre Aktivitäten entfalten können. Dies kann zur Progredienz der Veränderungen beitragen und Sekundärdefekte bilden, die über die primäre Läsion hinausführen.

Im Gegensatz zur menschlichen Arthrosis deformans fehlten

für unser Versuchsmodell dagegen die bekannten multifaktoriellen Kausalfaktoren wie Achsenfehlstellung, Oberflächendeformitäten an anderer Stelle, Polytraumatisierung sowie primär oder sekundär nutritive Alterationen. Außerdem ist darauf hinzuweisen, daß die geringere Belastung der Kniegelenke beim Hund keine direkten Vergleiche mit der statischen Belastung des menschlichen Kniegelenkes erlauben. Aus den angeführten Einschränkungen ist zu folgern, daß die von uns gesetzten Läsionen kein Tierversuchsmodell für die chronische oder aktivierte Arthrose darstellen. Von Bedeutung für die hinreichend bekannten therapeutischen Probleme bei der humanen Arthrosis deformans müssen wir dagegen die geringe Reparationsneigung nach den von uns gesetzten Läsionen und insbesondere das Ausbleiben jeglichen befriedigenden Niveauausgleiches werten. Diese Beobachtung erscheint uns um so bedeutender, als die Läsionen an Gelenken junger gesunder Hunde ohne jeden pathogenen Zusatzfaktor gesetzt worden waren. Inwieweit die geringere Druckbelastung in unserem Tierversuchsmodell das Fehlen eines notwendigen Stimulus zum reparativen Niveauausgleich darstellt, muß offen bleiben. Generell glauben wir aus unseren Beobachtungen ableiten zu können, daß die überraschend spärliche Heilungstendenz nach arthroskopisch gesetzten Defekten im Tierversuch zu entsprechend gesteigerter Vorsicht bei Arthroskopie und arthroskopisch kontrollierter intraartikulärer Chirurgie beim Menschen verpflichtet. Dies gilt vor allem für den "Anfänger" in der arthroskopischen Chirurgie. Er hat, wie dargestellt, mit einer arthroskopischen Arthropathie in Form von Riefen, umschriebenen Knochenglatzen und Knochendefekten zu rechnen, für die zumindest im Tierversuch keine Regeneration zu erwarten ist. Die modernen Möglichkeiten der Videokontrolle und Videodokumentation der zur Diskussion stehenden Eingriffe erlauben in der

Humanmedizin nicht nur eine arthroskopische Kontrolle der Folgeveränderungen iatrogener Schäden, sondern können auch forensische Bedeutung für fakultative Funktionseinschränkungen erhalten.

Darüber hinaus erscheinen uns auch für iatrogene Gelenkknorpelläsionen protektive und aktivierende medikamentöse therapeutische Ansätze als nicht nur angezeigt, sondern auch erfolgversprechend.

V ZUSAMMENSCHAU

In einzelnen Fällen bei diagnostischer Arthroskopie und arthroskopisch kontrollierter intraartikulärer Chirurgie schwer vermeidbare Knorpelläsionen waren Anlaß zur systematischen arthroskopischen, makroskopischen und mikroskopischen Untersuchung der im Tierversuch daraus resultierenden artikulären Knorpel-Knochen-Veränderungen. In Abhängigkeit vom benutzten Instrumentarium und der primären Läsionstiefe entstehen riefenartige Knorpelususuren, flächige Knorpeldefekte und oberflächliche Schäden des subchondralen Knochengewebes, die zwar zu diskreten, frustranen Knorpelreparationszeichen, wechselnder flacher fibröser Abdeckung und umschriebenen eburnisierenden Veränderungen unter dem Knorpeldefekt führen, jedoch niemals einen Niveauausgleich der Läsion entstehen lassen.

Die dargestellten tierexperimentellen Untersuchungen stellen zwar kein Modell für eine humane Arthrosis deformans dar, lassen jedoch die Bedeutung iatrogenen Schäden hinsichtlich deren Dokumentationspflicht wie hinsichtlich deren schlechter Heilungstendenz bedeutsam werden. Auf die Konsequenzen für arthroskopische Diagnostik und Therapie wird ebenso, wie auf die Anregung einer eventuellen protektiven und substituierenden Therapie hingewiesen.

VI LITERATURVERZEICHNIS

1. Benninghoff/Goertler
Lehrbuch der Anatomie des Menschen
Band I, 131-139
2. Berner W., W. Hesse, G. Giebel, H. Tscherne
Der Wert der Stanzbiopsie für die Arthroskopie
Hefte zur Unfallheilkunde 148, 360-362 (1979)
3. Cotta H., W. Puhl
Oberflächenbetrachtungen des Gelenkknorpels
Arch. Orthop. Unfall-Chir. 68, 152-164 (1970)
4. Cotta H.
Die Pathogenese der Gonarthrose
Z. Orthop. 111, 490-494 (1973)
5. Cotta H., W. Puhl
Pathophysiologie des Knorpelschadens
Hefte zur Unfallheilkunde 127, 1-22 (1975)
6. Cotta H., W. Puhl
Das posttraumatische Reizknie
Hefte zur Unfallheilkunde 128, 110-117 (1976)
7. Dick W., H.R. Henche, E. Morscher
Der Knorpelschaden nach Patellafraktur
Arch. Orthop. Unfall-Chir. 81, 65-76 (1976)
8. Dick W., W. Glinz, H.R. Henche, J. Ruckstuhl,
O. Wruhs, H. Zollinger
Komplikationen der Arthroskopie
Arch. Orthop. Traumat. Surg. 92, 69-73 (1978)

9. Dustmann H.O., W. Puhl, K.P.Schulitz
Knorpelveränderungen beim Hämarthros unter
besonderer Berücksichtigung der Ruhigstellung
Arch. Orthop. Unfall-Chir. 71, 148-159 (1971)
10. Dustmann H.O., W. Puhl, K. Martin
Der Einfluß intraartikulärer Arteparoninjek-
tionen bei Arthrose
Z. Orthop. 112, 1188-1196 (1974)
11. Dustmann H.O., W. Puhl, B. Krempien
Die Zellteilung im Gelenkknorpel
Arch. Orthop. Unfall-Chir. 79, 171-182 (1974)
12. Dustmann H.O., W. Puhl, B. Krempien
Das Phänomen der Cluster im Arthroseknorpel
Arch. Orthop. Unfall-Chir. 79, 321-333 (1974)
13. Ganz R.
Isolierte Knorpelabscherung im Kniegelenk
Hefte zur Unfallheilkunde 127, 79-82 (1975)
14. Gilbertson E.M.M.
Development of periarticular osteophytes in
experimentally induced osteoarthritis in the dog
Annals of the rheumatic diseases Vol. 34
Nr. 1, 12-25 (1975)
15. Gitterle E., P. Schawalder
Kontrastarthrographie beim Hund
Kleintier-Praxis 26, 333-340 (1981)
16. Glinz W.
Arthroskopie beim Knorpelschaden des Kniegelenkes
Hefte zur Unfallheilkunde 127, 46-57 (1975)

17. Glinz W.
Arthroskopische Operationen
Hefte zur Unfallheilkunde 148, 363-366 (1979)

18. Greiling H.
Biochemische Untersuchungen zur medikamentösen
Therapie der Arthrose
Hefte zur Unfallheilkunde 128, 87-97 (1976)

19. Hausmann B., R. Forst
Nachweis einer möglichen Traumatisierung des Knie-
gelenks bei der Arthroskopie
Z. Orthop. 120, 725-728 (1982)

20. Hertel P., L. Zwank, L. Schweiberer
Arthroskopische Befunde beim ungeklärten blutigen
Knieerguß
Hefte zur Unfallheilkunde 148, 342-346 (1979)

21. Jelinek R., F. Sellner
Die diagnostischen Grenzen der Kniegelenksarthros-
kopie
Hefte zur Unfallheilkunde 148, 358-359 (1979)

22. Klein W., K.P. Schulitz
Outpatient arthroscopy under local anesthesia
Arch. Orthop. Traumat. Surg. 96, 131-134 (1980)

23. Klein W.
Mucopolysaccharid-Behandlung arthrotischer Gelenke
Deutsche Medizinische Wochenschrift 24, 788-789
(1981)

24. Klein W., K.P. Schulitz
Arthroscopic meniscotomy
Arch. Orthop. Traumat. Surg. 101, 231-237 (1983)

25. Knezevic P.F., O. Wruhs
Arthroscopy in the horse, ox, pig and dog
Veterinary medical review 1, 53-63 (1977)

26. Kuner E.H., M. Häring
Zur Verschraubung intraartikulärer Knorpel-
Knochen-Fragmente am Kniegelenk
Hefte zur Unfallheilkunde 127, 83-85 (1975)

27. Kunitsch G., G. Muhr, H.J. Oestern
Röntgenuntersuchung des Knorpelschadens am
Kniegelenk
Hefte zur Unfallheilkunde 127, 37-44 (1975)

28. Mockwitz J., J. Tamm, W.D. Schellmann
Der Stellenwert der Arthroskopie bei der Diagno-
stik von traumatischen und nichttraumatischen
Kniegelenksschäden
Hefte zur Unfallheilkunde 148, 350-351 (1979)

29. Morscher E.
Traumatische Knorpelimpression an den Femur-
knodylen
Hefte zur Unfallheilkunde 127, 71-78 (1975)

30. Muhr G.
Der frische Knorpelschaden
Hefte zur Unfallheilkunde 127, 59-70 (1975)

31. Otte P.
Die Regenerationsfähigkeit des Gelenkknorpels
Z. Orthop. 90, 299-303 (1958)

32. Puhl W.
Rasterelektronische Untersuchungen zur Frage
früher Knorpelschädigungen durch leukozytäre
Enzyme
Arch. Orthop. Unfall-Chir. 70, 87-97 (1971)

33. Puhl W., H.O. Dustmann
Die Reaktion des Gelenkknorpels auf Verletzungen
Z. Orthop. 111, 494-497 (1973)

34. Pusey R.J., D.J. Dandy
Arthroskopische Meniscektomie
Hefte zur Unfallheilkunde 148, 367-368 (1979)

35. Refior H.J., M.H. Hackenbroch jr.
Die Reaktion des hyalinen Gelenkknorpels unter Druck,
Immobilisation und Distraction
Hefte zur Unfallheilkunde 127, 23-36 (1975)

36. Rudolph H., H. Dölle
Kniegelenksarthroskopie
Hefte zur Unfallheilkunde 148, 347-349 (1979)

37. Rüter A., C. Burri
Der frische Knorpelschaden (Diskussion)
Hefte zur Unfallheilkunde 127, 86-92 (1975)

38. Rüter A., C. Burri
Die posttraumatische Gonarthrose (Diskussion)
Hefte zur Unfallheilkunde 128, 140-145 (1976)

39. Schellmann W.D., J. Mockwitz
Technische Probleme bei der Arthroskopie
Hefte zur Unfallheilkunde 148, 337-341 (1979)

40. Scheuer I., S. Decker, J. Müller-Färber
Kniearthroskopie bei älteren Menschen
Beurteilungs- und Beweismittel bei Knorpel- und
Meniscusschäden
Hefte zur Unfallheilkunde 148, 352-355 (1979)

41. Schilling H.
Das sogenannte Meniscusregenerat im Tierversuch
Hefte zur Unfallheilkunde 138, 315-319 (1978)

42. Schulitz K.P., H.O. Dustmann, W. Puhl
Die Entwicklung der posttraumatischen Arthrose
am Beispiel des Schienbeinkopfbruchs
Arch. Orthop. Unfall-Chir. 76, 136-148 (1973)
43. Siemering G.H.
Arthroscopy of dogs
JAVMA; Vol 172, No. 5, 575-577 (1978)
44. Steinbrück K., G. Binzus, K. Rauterberg, H.W.
Springorum
Morphologische und biochemische Veränderungen
des Gelenkknorpels bei Immobilisation im Tier-
versuch
Orthop. Praxis 4, 305-309 (1981)
45. Vidal y Plana R.R., K. Karzel
Glukosamin, seine Bedeutung für den Knorpel-
stoffwechsel der Gelenke
Fortschritte der Medizin 15, 21, 557-562 und
801-806 (1980)
46. Zollinger Z.
Arthroskopie bei Chondropathia patellae
Hefte zur Unfallheilkunde 148, 356-357 (1979)

VII LEBENSLAUF

Am 26. Juli wurde ich in Bochum als Sohn des Bauingenieurs Ludwig Kurze und dessen Ehefrau Hannelore Kurze geboren.

Nach dem Besuch der Weilenbrinkschule und des Staatlichen Gymnasiums in Bochum legte ich am 14. Mai 1973 am Staatlichen Görresgymnasium in Düsseldorf meine Reifeprüfung ab.

Meinen Wehrdienst leistete ich im Sanitätsdienst der Bundeswehr. Es schloß sich eine Ausbildung zum Krankenpfleger an der Universitätsklinik Düsseldorf an, die ich mit dem Staatsexamen am 29. September 1978 beendete.

Vom Wintersemester 1978/ 79 bis zum Wintersemester 1984/ 85 studierte ich Medizin an der Universität Düsseldorf. Mein ärztliches Staatsexamen bestand ich mit der mündlichen Prüfung am 13. November 1984 im Akademischen Lehrkrankenhaus St.- Johannes in Duisburg-Hamborn.

Seit Dezember 1984 arbeite ich als Assistenzarzt in der Chirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Duisburg- Buchholz.

